УДК 004.89

В.В. Литвин, А.Ю. Господарисько, О.В. Оборська
Національний університет «Львівська політехніка», Україна
Україна, 79013, м. Львів, вул. Степана Бандери, 12
vasyll@ukr.net, oksana949@gmail.com

Інформаційна система моделювання воєнних дій механізованих військ з використанням онтологічного підходу

V. Lytvyn, A. Gospodarysjko, O. Oborska
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
Ukraine, 79013, c. Lviv, 12 Bandera st.
vasyll@ukr.net, oksana949@gmail.com

Information Warfare Simulation System Mechanized Forces Ontology-based

В.В. Литвин, А.Ю. Гоподарыско, О.В. Оборская
Национальный университет «Львовская политехника», Украина
Украина, 79013, г. Львов, ул. Степана Бандеры, 12
vasyll@ukr.net, oksana949@gmail.com

Информационная система моделирования военных действий механизированных войск с использованием онтологического подхода

У статті розглядається побудова інформаційної системи моделювання воєнних дій механізованих військ з використанням онтологічного підходу. Описано процес побудови бази знань та математичні моделі окремих задач для розв'язування яких призначена система. Здійснено імітаційне моделювання функціонування системи, наведено відповідні приклади.
Ключові слова: онтологічний підхід, імітаційне моделювання, інформаційна система, воєнні дії, механізовані війська.

The article discusses the construction of an information system modeling hostilities mechanized forces with the ontological approach. There is describes the process of building the knowledge base and mathematical models of problems that can be solved by applying the system. We consider system simulation, there is given several examples on implementation.
Key words: ontological approach, imitation design, informative system, military operations, mechanized troops.

В статье рассматривается построение информационной системы моделирования военных действий механизированных войск с использованием онтологического подхода. Описывается процесс построения базы знаний и математические модели задач, которые решаются с помощью применяемой системы. Рассмотрено имитационное моделирование функционирования системы, приведено ряд примеров.
Ключевые слова: онтологический подход, имитационное моделирование, информационная система, военные действия, механизированные войска.

Вступ

Сухопутні війська (СВ) є системою, що представляє собою множину складових частин – об'єктів, але меншого масштабу. Органи управління підрозділами відповідальні за їх розвиток та боєздатність. Тому формування необхідної інформаційної бази для прийняття управлінських рішень важливо як для СВ в цілому, так і для окремого підрозділу більш низького рівня.

Під час математичного моделювання бойових дій [1] можна виділити ряд параметрів, які впливають на результат. До таких параметрів для моделювання бойових дій сухопутних військ відносяться: відстань між військами; характеристики ходових властивостей механізованих військ; місцевість: проходження місцевості (коефіцієнт супротиву руху); видимість цілі (ймовірність знаходження цілі); ймовірність знищення цілі; сектор пошуку цілі; розподіл вогню по цілям супротивника; число необхідних пострілів для знищення цілі (характеристика розсіювання, захищеність цілі, відстань).

У більшості випадків значення цих параметрів напряму залежить від озброєння військ (тактико-технічних показників (ТТП) різного виду озброєнь), тобто від їх складу. Тому необхідні потужні програмні засоби для зберігання відповідної інформації. На наш погляд така інформація повинна зберігатися в базі знань (БЗ), а не в базі даних, оскільки під час моделювання бойових дій важливу роль відіграє логічне виведення, яке можна реалізувати на основі знань про предметну область (ПО). Справді, якщо під час бойових дій ми зазнаємо деяких втрат, то логічне виведення необхідне для отримання певних рішень. Оскільки ТТП озброєнь та структура військ, їх склад ґрунтується на певних нормативних документах, то ядром такої бази знань служитиме онтологія СВ Збройних Сил України (ЗСУ). Виникає проблема побудови інтелектуальної системи прийняття рішень управління СВ ЗСУ, центральною компонентою якої є вищевизначена БЗ [2], [3] .

Інтелектуальна система може бути використана для: оцінки бойових можливостей СВ ЗСУ; прогнозування результатів реального чи навчального бою; надання рекомендацій щодо розміщення військ на певній території; оцінки ходу бойових дій; аналізу достатності збройних сил.

Ефектом від впровадження системи буде: оптимізація структури СВ ЗСУ; розвиток тактики і оперативного мистецтва; покращення оперативної і бойової підготовки СВ ЗСУ; визначення вимог до бойових можливостей СВ ЗСУ.

Інтелектуальна система призначена для командирів військових частин, військових навчальних закладів.

Тому **метою даної роботи** є проектування та програмна реалізація інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень управління сухопутними військами збройних сил України.

Підхід до моделювання воєнних дій

Наперед визначимо елементи, які необхідно зберігати в онтології бази знань інтелектуальної системи. Для цього проаналізуємо математичну модель, яку використовують для моделювання воєнних дій, наведену у роботі [1].

З формальної точки зору, будь-який бій – це реальний процес, що відбувається в часі і в просторі, характеризується наявністю двох ворогуючих сторін, складом і чисельністю, які змінюються під взаємним впливом. Кожна сторона прагне виконати

поставлене перед нею завдання, що досягається найчастіше нанесенням протилежній стороні необхідного числа втрат при допустимому зменшенні своєї чисельності. Кожна сторона складається з деякого числа елементів, що є учасниками бою. Залежно від масштабу бою в якості елементів можуть вибиратися: окремі бійці, обладнання і міномети, танки і літаки – в одному бою, або навіть цілі підрозділи і частини – в іншому.

Кожен такий елемент характеризується деякою сукупністю змінних величин, що є функціями часу і визначають характер його дії і положення в просторі. Конкретне значення цих величин в деякий момент часу називається станом елемента. Зміна станів елементів бою в часі, що відбувається у відповідності з конкретними закономірностями перебігу бою, становить реальну сутність бою. Бій – процес кінцевий і характеризується своїм результатом. З формальної точки зору результат бою можна визначити як сукупність станів всіх елементів у деякий момент часу, після якого кожен з цих станів не змінюється.

Виходячи з цих міркувань, математична модель бою є такою: дано дві множини Q і U, де $Q=\{q_1,q_2,...,q_n\}$, $U=\{u_1,u_2,...,u_m\}$, що визначають якісний і кількісний склад воюючих сторін.

Для кожного елемента $q_i \in Q$ існує багатовимірна випадкова функція $\zeta_i(t)=$ $=\zeta\left(\zeta_{i1}(t),\zeta_{i2}(t),...,\zeta_{ir(i)}(t)\right)$ для $T_0 \le t \le T_1$, де T_0 і T_1 відповідно позначають моменти початку і кінця бою. Випадкові функції $\zeta_{i1}(t),\zeta_{i2}(t),...,\zeta_{ir(i)}(t)$ називаються параметрами елемента q_i, l – реалізація випадкової функції $\zeta_i(t)$, що позначається через $\zeta_i^l(t)=\zeta_i\left(\zeta_{i1}^l(t),\zeta_{i2}^l(t),...,\zeta_{ir(i)}^l(t)\right)$.

Січення випадкової функції $\zeta_i(t)$ при деякому заданому моменті часу $T_0 \le t_z \le T_1$ називається станом елемента q_i й позначається через $C_i(t_z)$. Невипадковий вектор $\zeta_i^l(t_z)=\left(\zeta_{i1}^l(t_z),\zeta_{i2}^l(t_z),...,\zeta_{ir(i)}^l(t_z)\right)$ називається станом елемента q_i в t_z для l-ї реалізації і позначається через $C_i^l(t_z)$. Сукупність $\{C_i^l(T_0)\}$ для всіх $i=1,2,...,n$ називається початковим станом сторони Q для l-ї реалізації. Аналогічно описуються елементи $U_j\ (j=1,2,...,m)$ сторони U і вводяться відповідні визначення та поняття:

$$\xi_j(t)=\xi_j\left(\xi_{j1}(t),\xi_{j2}(t),...,\xi_{jr(j)}(t)\right),$$

$$\xi_j^l(t)=\xi_j\left(\xi_{j1}^l(t),\xi_{j2}^l(t),...,\xi_{jr(j)}^l(t)\right),$$

$$D_j(t_z)=\xi_j(t_z)=\left(\xi_{j1}(t_z),\xi_{j2}(t_z),...,\xi_{jr(j)}(t_z)\right),$$

$$D_j^l(t_z)=\xi_j^l(t_z)=\left(\xi_{j1}^l(t_z),\xi_{j2}^l(t_z),...,\xi_{jr(j)}^l(t_z)\right).$$

Сукупність $\{D_j^l(T_0)\}$ для всіх $j=1,2,...,m$ називається початковим станом сторони U для l-ї реалізації, а сукупність $\{D_j^l(T_1)\}$ – об'єктивним результатом бою сторони U для l-ї реалізації.

$\{C_i^l(T_1)\}$ і $\{D_j^l(T_1)\}$ разом називаються об'єктивним результатом бою для l-ї реалізації, а $\{C_i^l(T_0)\}$ і $\{D_j^l(T_0)\}$ – початковим станом бою для l-ї реалізації.

Якщо задані деякі критерії оцінки результату бою у вигляді деяких функціоналів $f_1\left(\left\{C_i^l(T_1)\right\};\left\{D_j^l(T_1)\right\}\right)$, $f_2\left(\left\{C_i^l(T_1)\right\};\left\{D_j^l(T_1)\right\}\right)$ і т.д., то значення цих функцій при конкретних значеннях аргументів називається результатом бою за відповідним критерієм.

Певні значення *n* і *m*, разом із властивостями випадкових функцій ξ_j і ζ_i, будуть відрізнятися один від одного різні бої за масштабом і фізичним змістом, за перебігом у часі.

Якби для кожного бою можна було виділити всі елементи, зміна параметрів яких у часі визначала б розвиток бою, а також відповідні цим елементам випадкові функції ξ_j і ζ_i, то було б отримано повний математичний опис бою. Такий бій можна було б вивчати методами теорії випадкових функцій. Однак на практиці виділити елементи бою внаслідок їх різноманіття і складних взаємозалежностей неможливо. Тому треба виділяти лише ті елементи, які істотно визначають розвиток бою, зводячи їх число до мінімуму, причому часто корисно об'єднувати елементи в групи, вважаючи кожну групу одним елементом.

Слід мати на увазі, що всі виділені параметри, що характеризують одновимірні випадкові функції, будуть лише деякими наближеннями точних, оскільки задаються вони деякими характеристиками (на практиці найчастіше обмежуються математичним очікуванням і кореляційною функцією).

Для прикладу розглянемо моделювання танкового бою в тактичному масштабі. Такий масштаб дає змогу до елементів бою віднести окремі бойові засоби: танк, самохідні установки, протитанкові засоби. Параметри елементів характеризують їх розташування на місцевості, їх переміщення, характер їх діяльності і результат цієї діяльності. Зміна цих параметрів у часі визначається випадковими функціями часу, тобто деякими випадковими процесами.

В якості параметрів для обраних елементів бою приймаються такі випадкові функції від дійсного аргументу часу *t*:

$\eta_1(t)$ – функція боєздатності;

$\eta_2(t)$ – функція місця розташування;

$\eta_3(t)$ – функція швидкості;

$\eta_4(t)$ – функція характеру дії;

$\eta_5(t)$ – функція кількості боєприпасів.

Модель повинна давати алгоритмічний спосіб отримання наближених реалізацій цих функцій, що дає змогу надалі отримати наближені характеристики цих функцій для практичного їх використання. Ці реалізації здійснюються в трьох основних моделях:

- переміщення елементів;
- виявлення елементів (цілей);
- стрільби.

Для реалізації моделі побудуємо онтологію предметної області.

Термінами предметної області в даному випадку будуть: бойові машини, гармати, артилерійські снаряди тощо. Зв'язками між термінами будуть: «має снаряд», «має гармату» тощо.

Мета використання процедурних складових онтологічної моделі повинна полягати в тому, що на інформаційному рівні виконання операцій ідентифікації поточного стану об'єкта задаються «межі» проблемних ситуацій. На їх основі формується поточний інформаційний образ процесу діяльності, який будемо називати апостеріорною моделлю.

Моделювання основних процесів бойових дій

Моделювання переміщення. У моделі переміщення реалізуються функція місця розташування і функція швидкості. Відмінною рисою всіх сухопутних боїв є те, що всякий такий бій відбувається на деякій місцевості, яка істотно впливає на його перебіг. У будь-якій стохастичній моделі місцевість можна враховувати двояко: 1) інформація про характеристики місцевості не випадкова і є частиною вихідної інформації для моделювання перебігу бою; 2) інформація про характеристики місцевості є випадковою, і конкретні значення цих характеристик в моделі враховуються методом статистичних випробувань. Вибір підходу під час моделювання залежить від мети дослідження та наявних даних для такого дослідження.

Отримати постійну інформацію про будь-яку реальну місцевість неважко, зокрема вона може бути безпосередньо взята з карти. Однак висновки, отримані на моделі з використанням такого підходу, можна розповсюдити на досить вузький клас різних типів місцевості. Другий підхід значно розширює цей клас, але отримати випадкові закони зміни характеристик місцевостей часто буває складно. Безперервне відображення місцевості в стохастичній моделі неможливе, бо навіть на картах інформація дається не для кожної точки, а узагальнено. Це відноситься до будь-якої інформації, окрім координат. Тому ділянку місцевості, на якій відбувається реальний бій, розіб’ємо на елементарні ділянки, кожна точка якої характерна тим, що вона має однакову властивість з іншими точками цієї ж ділянки.

Прийнятий наступний принцип розбиття місцевості на елементарні ділянки. Ділянка місцевості, на якій відбувається бій, розбивається на однакові за величиною квадрати зі стороною a_0. Вважається, що всі точки одного квадрата мають інформацію, однакову з центром квадрата.

Сукупність таких елементарних ділянок впорядкована, тобто кожній ділянці відповідає індекс (i, j), де i – номер вертикальної смуги, а j – горизонтальної. Між системою таких індексів та географічними координатами встановлено взаємно-однозначну відповідність, що дає змогу за індексом знаходити на карті відповідну ділянку. Для кожної ділянки з індексом (i, j) задається необхідна для моделі інформація, яка характеризує цю ділянку як елемент місцевості: тип рельєфу, характер природних і штучних споруд, прохідність. Кількість цих ознак залежить від виду та характеру задачі. Виходячи з цього, необхідно задати сукупність функцій від аргументу (i, j), множини значень яких будуть визначати кількісне значення ознак місцевості на кожній ділянці. Таким чином, інформація про місцевість на кожному участку визначається значеннями деякого числа ознак $f_1(i, j)$, $f_2(i, j), \ldots,$ $f_k(i, j)$.

При виборі конкретного значення швидкості переміщення танка враховується його тип, характер ґрунту тих ділянок, по яких відбувається рух, і кут нахилу руху. Відомо, що максимальна швидкість руху бойової машини визначається за формулою:

$$V_{\max} = \frac{270 N_D \eta_T}{G(g\cos\alpha + \sin\alpha)},$$

де N_D – потужність двигуна, η_T – ККД танка, який враховує втрати потужності в трансмісії і ходовій частині, G – маса танка, g – коефіцієнт супротиву ґрунту, α – кут нахилу ґрунту, $V_{\max}$ – *максимальна* швидкість.

Значення g для кожної ділянки задано у вхідній інформації. При переміщенні з ділянки до ділянки береться півсума відповідних значень коефіцієнта g.

Моделювання виявлення цілей. Як правило, під час моделювання боїв підрозділів сухопутних військ вважають, що кожний елемент у процесі бою веде спостереження за елементами супротивника, які є цілями по відношенню до елементів, що ведуть спостереження. Всі цілі залежно від відстані, різниці висот, рельєфу і рослинності умовно поділяються на дві групи: невидимі і видимі. Цілі першої групи виявити неможливо, цілі другої групи рано чи пізно виявляються. Це означає, що пошук цілі – випадкова подія і кожна ціль другої групи має певну ймовірність виявлення. Природно, що чим кращі умови спостереження і чим довше воно ведеться, тим більша ймовірність виявлення.

Конкретний вид функції ймовірності виявлення може бути різноманітним – він залежить від типу модельованого реального бойового процесу. Загальноприйнято, що ймовірність виявлення описується формулою: $p(t) = 1 - e^{-yt}$, де Y – миттєва щільність ймовірності виявлення, t – час спостереження, $p(t)$ – ймовірність виявлення цілі.

Це означає, що ydt – ймовірність виявлення за досить малий відрізок часу dt. Функція y залежить від відстані до цілі, її розмірів, типів засобів спостереження, метеорологічних умов спостереження.

Одна із можливих реалізацій функції y записана нижче:

$$y = k\frac{S}{r^2},$$

де S – площа проекції цілі на площину, перепендикулярну лінії спостереження, r^2 –квадрат відстані до цілі, k – коефіцієнт, який враховує всі інші фактори, які впливають на виявлення цілей.

Таким чином кінцева формула для визначення ймовірності виявлення буде такою:

$$p(t) = 1 - e^{-k\frac{S}{r^2}t}.$$

Після поділу цілей на групи для цілей іншої групи за формулою ймовірності виявлення обчислюють конкретні значення цих ймовірностей і методом статистичних випробувань по цих значень вибирають всі видимі цілі. Інформація про всі виявлені цілі використовується далі для моделювання стрільби.

Моделювання стрільби. У моделі стрільби шукається поточна інформація про результат стрільби по виділених цілях, при цьому визначаються ймовірності ураження кожної цілі. Ймовірність ураження є функцією таких аргументів: відстані до цілі, її розмірів, швидкості руху елемента і цілі.

Після ураження цілі елемент переходить у стан спостерігача, завдяки цьому будується реалізація функції характеру дій. Розсіювання при стрільбі здійснюється за нормальним законом, де математичне сподівання – це координати цілі, а дисперсія розсіювання – по x і y. Знаючи координати попадання снаряду, радіус його ураження, можна визначити ймовірність ураження цілі.

Якщо ціль уражена, то вона втрачає свою боєздатність.

Реалізація системи управління СВ ЗСУ

Основні дані для моделювання перебігу воєнних дій зберігаються в онтології. Детальніше побудову таких систем нами описано в роботах [4-6]. На рис. 1 наведено *UML діаграму класів для представлення поля бою, побудовану на основі даних он-*

тології. На рис. 1 наведено діаграму класів та інтерфейсів, які призначені для представлення карти місцевості. З наведеної UML діаграми видно, що клас Cell реалізує інтерфейс CellInterface, а клас Field – FieldInterface. Клас Field містить у полі cells 0, або багато об’єктів, що реалізують CellInterface. Клас Cell містить у полях visibleCells і notVisibleCells 0, або багато об’єктів, що реалізують CellInterface.

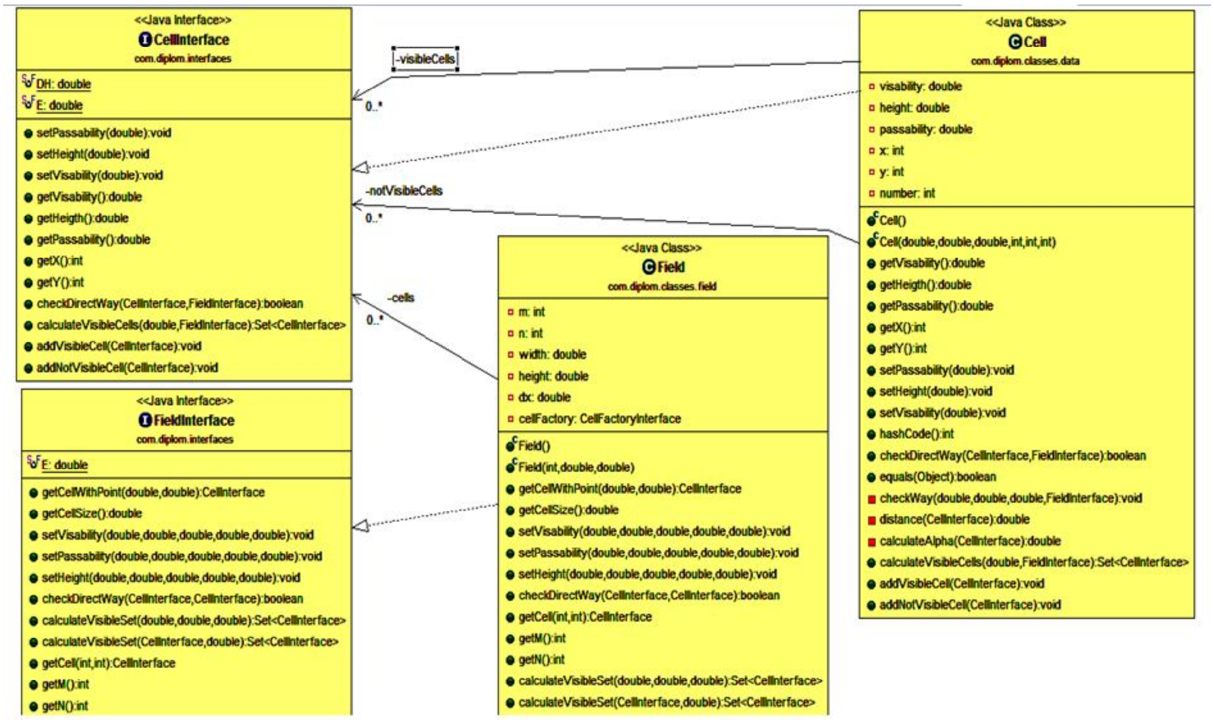


Рисунок 1 – Діаграма класів представлення поля бою

Для роботи з онтологією було вибрано засіб Protégé. Для написання процедур моделювання воєнних дій взято середовище Eclipse – вільне модульне інтегроване середовище розробки програмного забезпечення.

Розглянемо приклад функціонування системи. Нехай необхідно дослідити закономірності результату бою танкової роти (батальйону) при наступі на протитанковий укріплений район.

Розглядається наступне тактичне завдання. Танкова рота «синіх», що складається з m танків, повинна прорвати протитанковий укріплений район «червоних». Цей район обороняє n танків «червоних», які замасковані і знаходяться в спеціально створених укриттях. Рота повинна наступати в заданому бойовому порядку в смузі шириною a метрів і глибиною c метрів. Загальний напрямок руху роти визначається взаємним розташуванням на місцевості вихідної позиції «червоних» і «синіх». Напрямок руху для кожного танка «синіх» визначається сукупністю орієнтирів (предметів на місцевості).

Бій починається в деякий заданий час T_0 і триває до того моменту, коли сили однієї зі сторін стануть небоєздатними. Кінцем бою можна також вважати той момент $T_1 > T_0$, в який буде виконано бойове завдання, або втрати однієї зі сторін перевищать допустимий відносний рівень.

Головне вікно програми з картою та взаємним розміщенням бойових машин наведено на рис. 2. На графіку, наведеному на рис. 3, відображено вихід з ладу бойових машин (БМ).

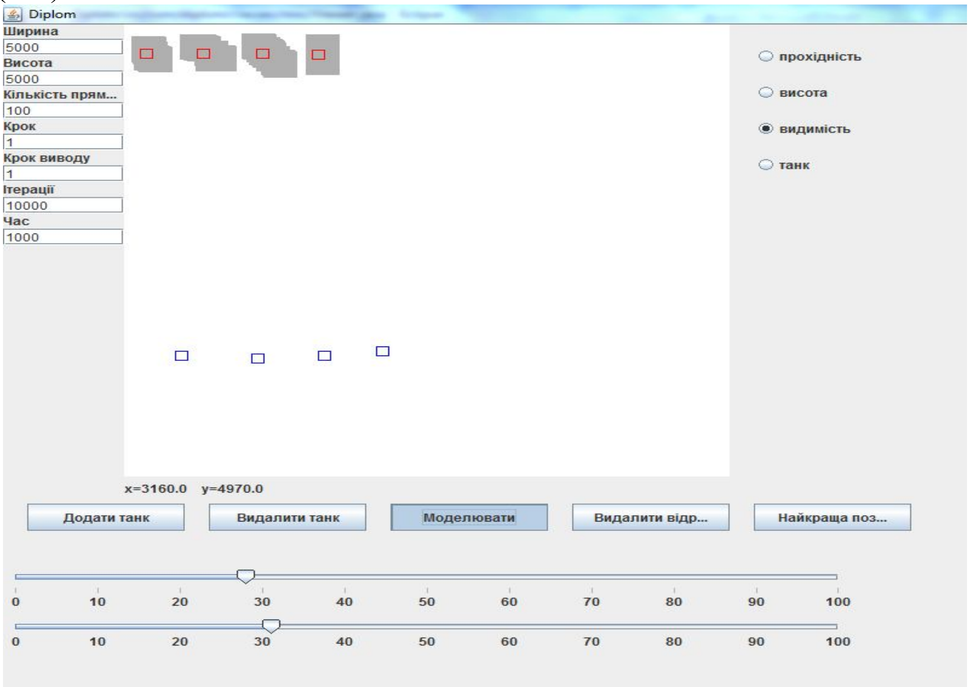


Рисунок 2 – Головне вікно програми

Бій розпочнеться приблизно в момент $T_0 = 65c$, оскільки бойові машини знаходяться на відстані, що перевищує радіус пострілів. Необхідно 65*с*, щоб ця відстань стала допустимою для початку атаки. Бій закінчується в момент $T_1 = T_0 + 180c$. Починаючи з цього моменту, графік ймовірностей стає паралельним до осі *x* (рис. 3), отже, це кінець бою. Обчислимо ймовірності виграшу кожної із сторін:

$$P\text{ (виграш «сині») } = \frac{0{,}2}{0{,}4+0{,}2} = 0{,}33,$$

$$P\text{ (виграш «червоні») } = \frac{0{,}4}{0{,}4+0{,}2} = 0{,}66.$$

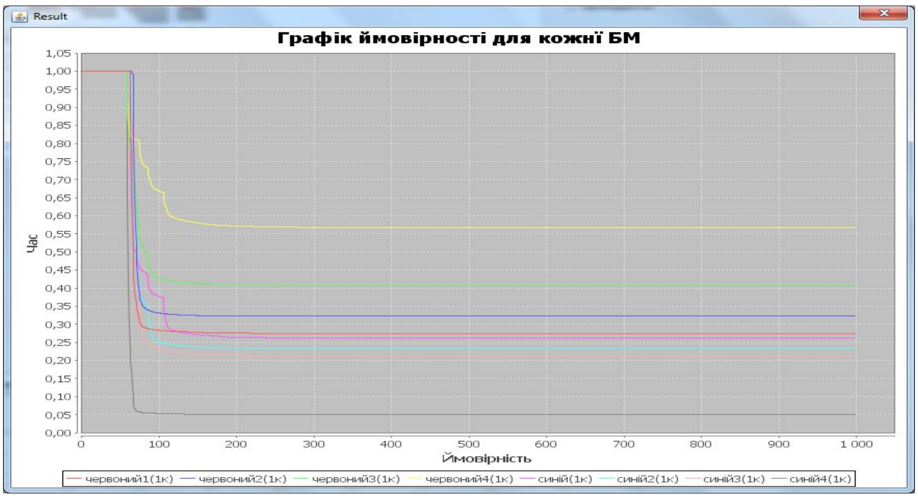


Рисунок 3 – Графік ймовірності для кожної БМ

Більшу ймовірність виграшу «червоних» можна пояснити кращою захищеністю їх військ, оскільки за умовою задачі «червоні» замасковані і знаходяться в спеціально створених укриттях.

Розглянемо тепер так званий дуельний бій, тобто розмістимо на карті дві однакові бойові машини («червону» і «синю»), так щоб відстань між ними не перевищувала радіус пострілу і позначимо добре замасковану ділянку. Цю ділянку виберемо так, щоб жодна бойова машина не знаходилася в ній (рис. 4). Результати такого бою наведено на рис. 5, на якому відображено динаміку бою. Оскільки бойові машини однакові, то ймовірності їх виграшу теж однакові. Незначну перевагу «синіх» можна пояснити похибкою моделювання. Знайдемо найкращу позицію для атаки. Найкраща позиція зображена затемненою ділянкою. Тепер переставимо «синю» бойову машину в цю позицію і знову спрогнозуємо результати. Тепер ймовірність виграшу «синіх» значно зросла (рис. 6). З наведених прикладів можна зробити висновок, що програма працює правильно у різноманітних ситуаціях

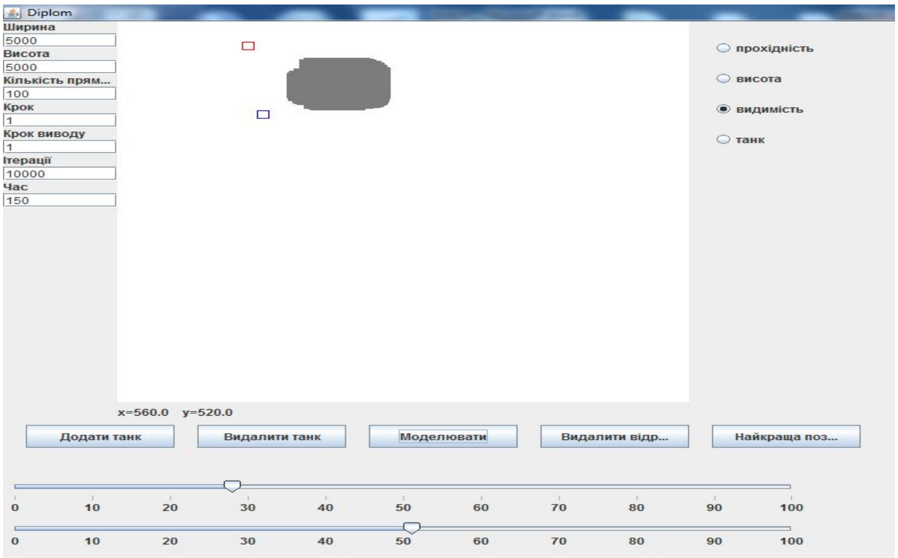


Рисунок 4 – Дуельний бій

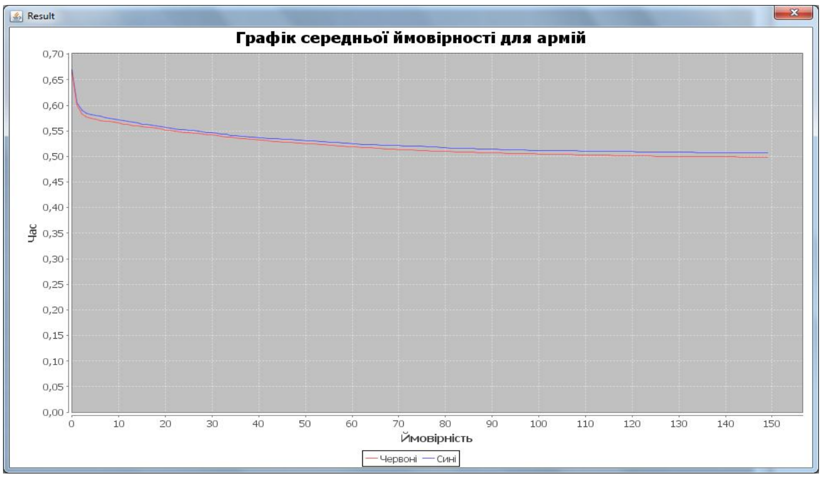


Рисунок 5 – Результати дуельного бою

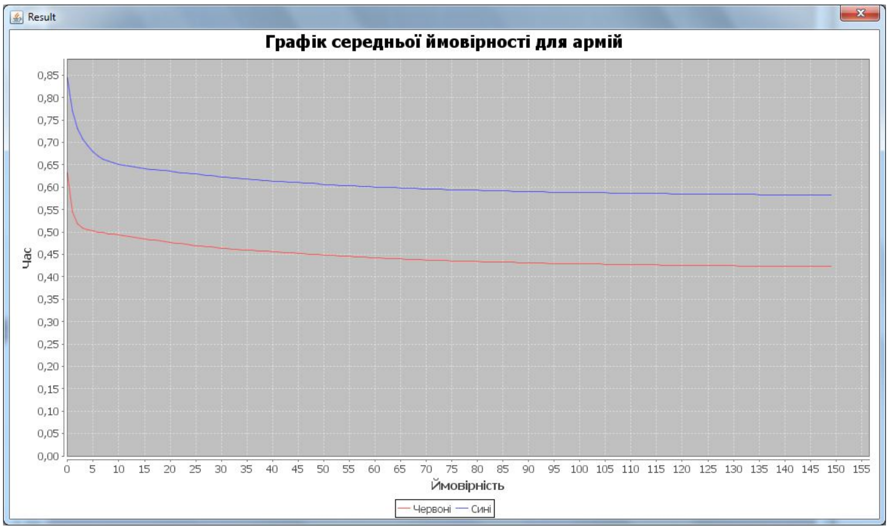


Рисунок 6 – Прогнозування динаміки бою

Висновки

Для прийняття ефективних управлінських рішень СВ ЗСУ необхідна інтелектуальна система, центральною компонентою якою є база знань, її ядром, у свою чергу, є онтологія предметної області. Реалізовано таку онтологію в Protege OWL, визначено окремі класи. На основі екземплярів онтології розроблено модулі моделювання воєнних дій. У перспективі – побудова SWRL правил та автоматична розбудова онтології.

Список літератури

1. Ткаченко П.Н. Математические модели боевых действий / [Ткаченко П.Н., Куцев Л.Н., Мещеряков Г.А. и др.] – М. : Советское радио, 1969. – 240 с.
2. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации / Ивлев А.А. – М., 2008. – 64 с.
3. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / Литвин В.В. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 240 с.
4. Інтелектуальні системи, базовані на онтологіях // Д.Г. Досин, В.В. Литвин, Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник. – Львів : «Цивілізація», 2009. – 414 с.
5. Литвин В.В. Моделювання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень з використанням онтологічного підходу / В.В. Литвин // Радіоелектроніка, інформатика, управління : наук. журн. Запорізький національний технічний університет. – 2011. – № 2(25). – С. 93-101.
6. Литвин В. В. Проектування інтелектуальних агентів прийняття рішень в просторі ознак з використанням онтологічного підходу / В.В. Литвин, Р.Р. Даревич, Д.Г. Досин, Н.В. Шкутяк // Штучний інтелект : наук.-техн. журн. – Донецьк : Національна академія наук України; Інститут проблем штучного інтелекту, 2010. – № 4. – С. 398-403.

References

1. Tkachenko P.N. Matematicheskie modeli boevyh deistvii / [Tkachenko P.N., Kucev L.N., Mesche¬ryakov G.A. i dr.] – M. : Sovetskoe radio, 1969. – 240 s.
2. Ivlev A.A. Osnovy teorii Boida. Napravleniya razvitiya, primeneniya i realizacii / Ivlev A.A. – M., 2008 . – 64 s.
3. Litvin V.V. Bazi znan' intelektual'nih sistem pidtrimki priinyattya rishen' / Litvin V.V. – L'viv : Vidavnictvo L'vivs'koї politehniki, 2011. – 240 s.

4. Intelektual'ni sistemi, bazovani na ontologiyah // D.G. Dosin, V.V. Litvin, Yu.V. Nikol's'kii, V.V. Pasichnik. – L'viv : «Civilizaciya», 2009. – 414 s.
5. Litvin V.V. Modelyuvannya intelektual'nih sistem pidtrimki priinyattya rishen' z vikoristannyam ontologichnogo pidhodu / V.V. Litvin // Radioelektronika, informatika, upravlinnya : nauk. jurn. Zaporiz'kii nacional'nii tehnichnii universitet. – 2011. – № 2(25). – S. 93-101.
6. Litvin V. V. Proektuvannya intelektual'nih agentiv priinyattya rishen' v prostori oznak z vikoristannyam ontologichnogo pidhodu / V.V. Litvin, R.R. Darevich, D.G. Dosin, N.V. Shkutyak // Shtuchnii intelekt : nauk.-tehn. jurn. – Donec'k : Nacional'na akademiya nauk Ukraïni; Institut problem shtuchnogo intelektu, 2010. – № 4. – S. 398-403.

RESUME

V. Lytvyn, A. Gospodarysjko, O. Oborska

Information Warfare Simulation System Mechanized Forces Ontology-based

The article discusses the construction of an information system modeling hostilities mechanized forces with the ontological approach. There is describes the process of building the knowledge base and mathematical models of problems that can be solved by applying the system. We consider system simulation, there is given several examples on implementation.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2013.